

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-107720

(43) 公開日 平成7年(1995)4月21日

| (51) Int.Cl.*    | 識別記号  | 片内整理番号  | F I | 技術表示箇所 |
|------------------|-------|---------|-----|--------|
| H 0 2 K 21/24    |       | M       |     |        |
| 7/09             | Z A A | 7103-5H |     |        |
| // H 0 2 K 55/00 | Z A A |         |     |        |

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平6-100988  
(22) 出願日 平成6年(1994)5月16日  
(31) 優先権主張番号 特願平5-197116  
(32) 優先日 平5(1993)8月9日  
(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000006264  
三菱マテリアル株式会社  
東京都千代田区大手町1丁目5番1号  
(72) 発明者 黒田 潔  
埼玉県大宮市北袋町1丁目297番地 三菱  
マテリアル株式会社中央研究所内  
(72) 発明者 桜井 健  
埼玉県大宮市北袋町1丁目297番地 三菱  
マテリアル株式会社中央研究所内  
(72) 発明者 武下 拓夫  
埼玉県大宮市北袋町1丁目297番地 三菱  
マテリアル株式会社中央研究所内  
(74) 代理人 弁理士 須田 正義

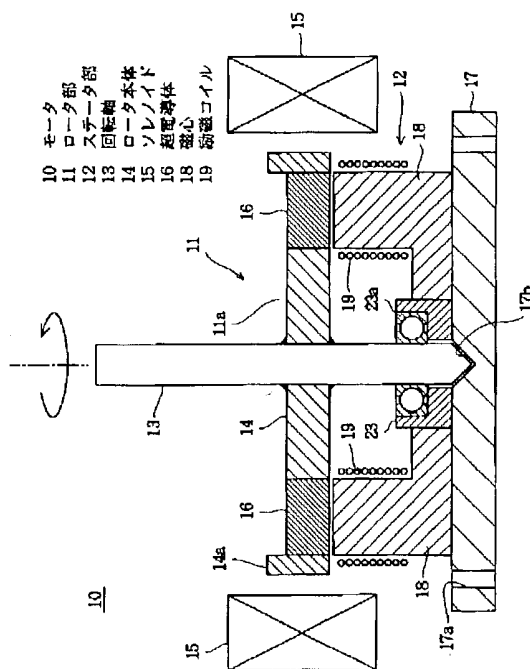
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 円板状のロータ部を有するモータ

(57) 【要約】

【目的】 ロータ部の部品点数が少なく回転負荷を軽減し、かつロータ部とステータ部の位置関係を制限しない。ドーナツ状の超電導体又は強磁性体を用いて回転中の無駄なエネルギー消費をなくし、かつ磁束の拡がりを抑える。

【構成】 所定の厚みを有する円板状のロータ部11とステータ部12とを備えたモータ10に関し、ロータ部はその中心に回転軸13が固着され、強磁場が着磁可能な所定厚の超電導体16を有し、超電導体16の表面がN極又はS極により着磁されかつ裏面がS極又はN極に着磁される。ステータ部12はロータ部11が回転する軌跡に対向して環状に配置された複数の磁心18とこれらの磁心18に巻かれた励磁コイル19とを有する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 回転軸(13,33,43)が中心に固着され、強磁場が着磁可能な所定厚の超電導体(16,36)又は強磁性体(46)を有し、前記超電導体(16,36)又は強磁性体(46)の表面がN極又はS極により着磁されかつ裏面がS極又はN極に着磁される円板状のロータ部(11,31,41)と、前記ロータ部(11,31,41)が回転する軌跡に対向して環状に配置された複数の磁心(18,48)と前記磁心(18,48)に巻かれた励磁コイル(19,49)とを有するステータ部(12,42)とを備えた円板状のロータ部を有するモータ。

【請求項2】 ロータ部(11,31)が回転軸(13,33)の中心に固着された非磁性体からなるロータ本体(14,34)と前記ロータ本体の回転軸(13,33)の周囲に設けられた磁束ピン止め可能な超電導体(16,36)又は強磁性体とを有し、複数の磁心(18)が前記超電導体(16,36)又は強磁性体の回転する軌跡に対向して環状に配置された請求項1記載のモータ。

【請求項3】 超電導体(16)又は強磁性体(46)の着磁方向と逆向きに着磁された磁束( $\Phi_2$ )を打ち消すために前記着磁方向と同方向の磁場を発生するソレノイド(15,45)が前記超電導体(16)又は強磁性体(46)の周囲に間隔をあけて設けられた請求項1記載のモータ。

【請求項4】 ロータ本体(14)の回転軸(13)の周囲にドーナツ状の超電導体(16)又は強磁性体が設けられた請求項2記載のモータ。

【請求項5】 ドーナツ状の超電導体(16)又は強磁性体に対向して環状に複数の磁心(18)を配置し、前記環状の磁心(18)は前記超電導体(16)又は強磁性体の外周及び内周に相応する外周及び内周をそれぞれ有する請求項4記載のモータ。

【請求項6】 ロータ本体(34)の回転軸(33)の周囲に小円板状の超電導体(36)が複数個環状に配設された請求項2記載のモータ。

【請求項7】 磁心(18,48)が3の整数倍環状に配置され、前記3の整数倍の磁心に3組の励磁コイル(19a,19b,19c,49)が磁心毎に複数回巻かれ、かつ前記3組の励磁コイルに3相交流電流を流すように構成された請求項1記載のモータ。

【請求項8】 ロータ本体(14,34)が軽金属からなる請求項2記載のモータ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は円板状のロータ部を有するモータに関する。更に詳しくは円板状のロータ部が強磁場が着磁可能な所定厚の超電導体又は強磁性体を有し、回転時に超電導体又は強磁性体の表面がN極又はS極により着磁され、その裏面がS極又はN極に着磁されるモータに関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】従来、超電導モータとして、図14に示

すようにロータ部1とこのロータ部1の下方に設けられたステータ部2を備えた超電導モータが IEEE TRANSACTIONS ON MAGNETICS (Vol.27, No.2, March (1991),2244)に開示されている。ロータ部1は回転軸3が中心に固着された非磁性体からなる円板状のロータ本体4と、このロータ本体4の回転軸3の周囲に設けられた8個の円柱状の軟磁性体5とこれらの軟磁性体5のそれぞれに嵌入された8個の環状の超電導体6とを有する。またステータ部2は軟磁性体5がロータ本体4とともに回転する軌跡に対向して固定円板7の上に環状に配置された24個の磁心8と、これらの磁心8に巻かれた3組の励磁コイル9a,9b,9cと、ロータ部1の回転軸3の下端を受ける軸受7aとを有する。励磁コイル9a,9b,9cは、連続した3個の磁心8を1ブロックとして8個のブロック間をそれぞれジグザグに通って図示しない電源端子につながっている。励磁コイル9bは励磁コイル9aより磁心を1つずらして励磁コイル9aと同様に巻かれ、励磁コイル9cは励磁コイル9bより更に磁心を1つずらして励磁コイル9aと同様に巻かれる。

【0003】ロータ部1の回転軸3の下端をステータ部2の軸受7aに挿入し、超電導体6を臨界温度以下に冷却する。この状態で、先ずステータ部2の励磁コイル9a,9b,9cにそれぞれ同一方向に直流電流を流して24個の磁心8に磁場を発生させると、この磁場が軟磁性体5を貫いて超電導体6の内部に永久電流を発生させる。次いで励磁コイル9a~9cに流していた直流電流を切ると、超電導体6の永久電流によりロータ部1の軟磁性体5に磁場が発生する。次に励磁コイル9a~9cに再度直流電流を流す。このとき同一方向に流していた3組の励磁コイルのうち1組のコイルには他の2組のコイルと逆方向に直流電流を流す。これにより磁心8には3組のコイルに同一方向の直流電流を流した場合とは違った変則的な磁場が磁心毎に生じ、この磁場と超電導体6の永久電流により生じた軟磁性体5の磁場との斥力によりロータ部1がステータ部2から浮上し、しかも変則的な磁場の発生により、ロータ部1は回転軸3を中心に回転する。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかし、上記従来の超電導モータでは、ロータ部に8個の重い軟磁性体を用いるため、部品点数が多いばかりか、回転負荷を増大させている。また図15に示すように軟磁性体5に磁場を発生させたときには、軟磁性体5の全半径方向に磁束 $\Phi$ の回路が存在するため、軟磁性体5の下部ではこれらの磁束 $\Phi$ が磁心8の上面より拡がってしまい、軟磁性体5の磁束 $\Phi$ を有効に利用できない。更にロータ部の磁場とステータ部の磁場との斥力がロータ部の回転駆動力であるため、ロータ部をステータ部の下方に設けると、重力によりロータ部はステータ部と離反してしまう問題点があった。

【0005】本発明の目的は、ロータ部の部品点数が少なく、回転負荷を軽減し、かつロータ部とステータ部の位置関係に制限のない、円板状のロータ部を有するモータを提供することにある。本発明の別の目的は、ドーナツ状の超電導体又は強磁性体を用いて磁心の磁場を発生する面積より超電導体又は強磁性体の面積を広げることにより、ロータ部の回転中の無駄なエネルギー消費をなくし、かつ磁束の拡がりを抑える、円板状のロータ部を有するモータを提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、図1又は図13に示すように、本発明のモータ10、40は所定の厚みを有する円板状のロータ部11、41とステータ部12、42とを備える。ロータ部11、41はその中心に回転軸13、43が固着され、強磁場が着磁可能な所定厚の超電導体16又は強磁性体46を有し、超電導体16又は強磁性体46の表面がN極又はS極により着磁されかつ裏面がS極又はN極に着磁される。ステータ部12、42はロータ部11、41が回転する軌跡に対向して環状に配置された複数の磁心18、48とこれらの磁心18、48に巻かれた励磁コイル19、49とを有する。本発明のロータ部11又は41を構成する超電導体16又は強磁性体43は、その表面がN極又はS極により着磁されかつその裏面がS極又はN極に着磁されるために、少なくとも厚みが4mmであることが好ましい。図1に示すように、ロータ部11は回転軸13の中心に固着された非磁性体からなるロータ本体14とこのロータ本体14の回転軸13の周囲に設けられた磁束ピン止め可能な超電導体16とを有し、複数の磁心18を超電導体16の回転する軌跡に対向して環状に配置することもできる。

【0007】超電導体16又は強磁性体46の着磁方向と逆向きに生じた磁束を打ち消すためにこの着磁方向と同方向の磁場を発生するソレノイド15又は45を超電導体16又は強磁性体46の周囲に間隔をあけて設けることが好ましい。これはソレノイド15又は45により上記磁束を消磁すると、励磁コイル19又は49から発生する磁場に対する斥力が高まり、回転速度が増加するためである。このことを超電導体16を代表して図2及び図3により具体的に説明する。図2(a)に示すような磁束ピン止め可能な超電導体16の上面に図2(b)に示すように一定の距離Dをあけて2つの約3,300 Oeの永久磁石21、21を置き、超電導体16を着磁すると、超電導体16に着磁部16aが生じ、図2(c)に示すように磁石21、21を除いても超電導体16のピン止め効果により超電導体上面の着磁部16aには着磁方向に7500 Oeの磁束 $\Phi_1$ を生じる。一方、超電導体上面の着磁部の間の非着磁部16bには着磁方向と逆向きの2000 Oeの磁束 $\Phi_2$ を生じる。図2

(d)は超電導体16の着磁部16aとその間の非着磁

部16bの各上面部分の着磁の様子をグラフ化したものである。超電導体16の長さ方向はグラフの横軸に対応する。図3(a)に示すようにこの超電導体16に逆方向の磁束 $\Phi_2$ を打ち消す程度の例えば永久磁石22を置き、磁場を再度かけた後、図3(b)に示すように磁石22を除くと、図3(c)に示すように非着磁部16bの上面部分は完全反磁性を示し、マイスナ効果を奏するようになる。

【0008】

10 【作用】図1に示す超電導体16を臨界温度以下に冷却した状態で、先ずステータ部12の複数の励磁コイル19に同一方向に直流電流を流して環状に配置された複数の磁心18全てに同一方向の磁場を発生させると、図7(a)及び図7(b)に示すようにこの磁場により超電導体16の下面の着磁部には磁束 $\Phi_1$ がピン止めされる。このとき超電導体16の下面の着磁部間の非着磁部には着磁磁場と逆方向に磁束 $\Phi_2$ がピン止めされる。次いで励磁コイル19に流していた直流電流を切って、図1に示すソレノイド15によりこの磁束 $\Phi_2$ を打ち消す磁場を一時的にかければ、図8(a)及び図9(b)に示すように磁束 $\Phi_2$ が消磁し、超電導体16の下面部分には磁束 $\Phi_1$ のみがピン止めされるようになる。次に複数のコイル19に電流を流すことにより、好ましくは複数の磁心18を3の倍数にし、3個の磁心を1ブロックとしてこのブロック毎のコイル19に3相交流電流を流すことにより、ステータ部12に回転磁場を発生させる。この回転磁場と超電導体16のピン止めされた磁束 $\Phi_1$ の斥力及び引力によりロータ部11は回転する。

30 【0009】超電導体16を図4に示すドーナツ状に形成すれば、図9に示すように超電導体16の周縁の半径方向において磁束 $\Phi_3$ が閉回路を構成するけれども、超電導体16のその他の部分においては磁束は閉回路を構成しない。特に超電導体16の周方向の着磁部間の非着磁部は完全反磁性を示すマイスナ効果のため、磁場排斥効果を生じ、その領域には超電導体に着磁した磁束 $\Phi_1$ を吸収する磁束は入り込めない。図9において、16bは非着磁部を示す。この結果、図15に示した従来の超電導モータの超電導体6が磁束の漏れが多かったものが、図4に示すドーナツ状の超電導体16を用いれば、超電導体の磁束の漏れを軽減でき、励磁コイル19の磁場により超電導体16に生じるピン止めされた磁束を有効利用してロータ部11の回転力を増加させることができる。また、超電導体16の磁束ピン止め効果のために、超電導体の着磁部はそれ自体が磁石として振舞い、この着磁部と磁心とは磁心に生じた磁極に応じて斥力のみならず互いに引力を生じるため、例えばロータ部11をステータ部12の下方に配置してもロータ部11は落下しない。これにより回転軸13を所望の方向に制限なく設けることができ、かつ回転軸13から回転力を取出すことができる。図13に示すモータ40では、強磁

性体46を臨界温度以下に冷却することなく、励磁コイル49に励磁コイル19と同様に電流を流して磁心48全てに同一方向の磁場を発生させると、この磁場により強磁性体46が磁石となって強磁性体46の下面の着磁部に第1磁束を生じる。このとき強磁性体46の下面の着磁部間の非着磁部には着磁磁場と逆方向に別の第2磁束を生じる。次いで励磁コイル49に流していた直流電流を切って、ソレノイド45によりこの第2磁束を打ち消す磁場を一時的にかければ、強磁性体46の下面部分には第1磁束に相応する磁束のみが発生するようになる。以下、コイル49にコイル19と同様の電流を流せば、ロータ部41は回転する。

【0010】

【実施例】次に、本発明の実施例を図面に基づいて詳しく説明する。

＜実施例1＞図1、図4及び図5に示すように、この例では超電導体16は磁束ピン止め可能な $YBa_2Cu_3O_{7-x}$ からなり、ドーナツ状をなし、その内周部分には非磁性体であるアルミニウムからなる円板状のロータ本体14が固着される。超電導体16は外径が0.05m～0.2m、外径：内径：厚み＝1：0.5～0.7：0.08～0.12の寸法を有する。このロータ本体14の中心には回転軸13が固着され、超電導体16の外周部分にはロータ本体14と同じ材質の環状フレーム14aが固着される。回転軸13の下端は円錐状に形成される。回転軸13、ロータ本体14、超電導体16及びフレーム14aによりロータ部11が構成される。

【0011】ロータ部11の下方にはステータ部12が配置される。ステータ部12は基台となる円板17と、この円板17の中心に設けられた軸受23と、軸受23の周囲に設けられた24個の磁心18と、これらの磁心18に巻かれた励磁コイル19とを有する。円板17の周縁には取付孔17aが、またその中心には円錐状の凹部17bがそれぞれ設けられる。軸受23にはロータ部11の回転軸13を回転可能に支持するローラベアリング23aが設けられる。ベアリング23aを設けなくても回転軸13は回転するが、ベアリング23aを設けることにより、回転軸13はより円滑に回転するようになる。24個の磁心18は軟磁性体からなり、超電導体16に対向して環状にかつ歯状に円板17に固着される。具体的には超電導体16の外周が磁心18の外周に、また超電導体16の内周が磁心18の内周にそれぞれ相対するように配置される。磁心18に巻かれる励磁コイル19は、3相交流電流を流せるように3組のコイル19a、19b及び19cにより構成される。コイル19aは24個の磁心のうち2個おきに8個の磁心にそれぞれ多数回巻かれ、コイル19bはコイル19aを巻いた磁心より1つずらした8個の磁心にそれぞれ多数回巻かれ、コイル19cはコイル19bを巻いた磁心より更に1つずらした8個の磁心にそれぞれ多数回巻かれ

る。図1及び図5に示すように、ロータ部11の回転軸13を軸受23に挿入し、回転軸13の下端を円板17の凹部17bに着座させる。これにより超電導体16は磁心18と僅かな間隔を有するようになる。この状態で環状フレーム14aの外周に間隔をあけてソレノイド15が設けられる。図5にはソレノイド15は省略してある。

【0012】このような構成の超電導モータ10を超電導体16の臨界温度以下に冷却する。例えば、図1に示すフレーム14aと超電導体16とロータ本体14で形成される凹部11aに液体窒素を満たす。この状態で励磁コイル19a～19c全てに同一方向に直流電流を流し、全ての磁心18に図6に示すように磁場を発生させ、その磁場でロータ部11の冷却された超電導体16に磁束をピン止めさせる。図7(a)及び(b)に示すようにピン止め効果により、超電導体16の下面の着磁部に7500eの磁束 $\Phi_1$ が発生する一方、超電導体16の下面の着磁部間の非着磁部には着磁方向と逆向きに2000eの磁束 $\Phi_2$ が発生する。ここで、図1に示すソレノイド15に電流を流してこの磁束 $\Phi_2$ を打ち消す磁場を超電導体16の着磁方向と同方向にかける。これにより、実際に超電導体16の下面にピン止めされている磁束の超電導体の各部分における状況は図8(a)及び(b)に示すようになる。

【0013】次いで、コイル19a～19cに流していた直流電流を切った後、コイル19a～19cに3相交流電流を流し、歯状の24個の磁心18に回転磁場を生じさせる。この状況を図10及び図11に基づいて説明する。図5、図6及び図11では磁心18及びコイル19の配置及び各磁場の発生状況を分かり易くするために、便宜的にロータ部11をステータ部12から上方に浮かせた状態を示す。また図11ではコイルを省略している。

【0014】図10の上部に24個の磁心のうち9個の磁心18a～18iと各磁心に巻かれたコイル19a、19b及び19cを示す。前述したようにコイル19aは磁心18a、18d及び18gに巻かれ、コイル19bは磁心18b、18e及び18hに巻かれ、コイル19cは磁心18c、18f及び18iに巻かれる。コイル19aには3相交流電流のうちU相が、コイル19bにはV相が、コイル19cにはW相がそれぞれ流れる。U相、V相及びW相は互いに120度位相を異にする。図10のこれらのコイル19a～19c及び磁心18a～18iの下方にはこれらのコイル及び磁心によって生じる磁場のタイムチャートを磁心に対応させて示す。タイムチャートのそれぞれの波形のたて軸は磁場を、よこ軸は磁心の位置をそれぞれ示す。このタイムチャートの波形(a)は図11(a)に、波形(b)は図11(b)にそれぞれ対応する。

【0015】図8(a)の磁束 $\Phi_1$ に示される超電導体

16のピーク磁場(7500e)は本来N極とS極の両磁極が一体となって超電導体16にピン止めされた磁束を意味するが、説明を簡単にするために、このピーク磁場、即ち図8(b)に示す超電導体16の下面の各着磁部の磁極の上向きを例えばN極とし、図10の波形

(a)に示すコイル19aが巻かれる磁心18a、18d、18gにS極が生じると仮定すると、コイル19bが巻かれる磁心18b、18e、18h及びコイル19cが巻かれる磁心18c、18f、18iはN極になる。従って、図11(a)の状態では磁心18a、18d、18gとこれらに対向する超電導体16とは引力(図11(a)の実線矢印及び図8(b)参照)を生じ、それ以外の磁心18b、18c、18e、18f、18h及び18iと対向する超電導体16とは斥力(図11(a)の破線矢印及び図8(b)参照)を生じる。時間の経過により、図10の波形(b)に示すコイル19cが巻かれる磁心18c、18f、18iにN極が生じ、それ以外の磁心にS極が生じると、図11(b)に示すように磁心18c、18f、18iとこれらに対向する超電導体16とは斥力(図11(b)の破線矢印)を生じ、それ以外の磁心と対向する超電導体16とは引力(図11(b)の実線矢印)を生じる。図10の符号Pの破線に示すように、時間の経過とともに引力を生じる磁心の位置が変化するため、図11(b)に示すようにロータ部11は矢印の方向に回転する。この例ではステータ部12に生じた回転磁場と超電導体16にピン止めされた磁束の斥力及び引力によりロータ部11は約400rpmの回転数で回転する。

【0016】<実施例2>磁心の数を9個にした以外は、実施例1と同様にロータ部及びステータ部を構成した。この超電導モータは実施例1と比して同じ電源周波数で回転数が約2.6倍増加した。

【0017】<実施例3>磁心の数を48個にした以外は、実施例1と同様にロータ部及びステータ部を構成した。この超電導モータは実施例1と比して同じ電源周波数で回転数が約半分に減少した。

【0018】<実施例4>図12に示すロータ部31を用いた以外は実施例1と同一のステータ部(図示せず)を用いて、実施例1と同様にロータ部31を回転させた。このロータ部31は円板状のロータ本体34とこのロータ本体と一体的に設けられた環状フレーム34aとロータ本体34の中心に貫通して設けられた回転軸33を備える。この例では超電導体36は小円板状に形成され、ロータ本体34の軸33の周囲に設けられた8個の円形の貫通孔34bにそれぞれ丁度埋め込まれる。実施例1のドーナツ状の超電導体16と異なって、ロータ本体34の周方向にも磁束の漏れがみられたため、このロータ部31を用いた超電導モータは実施例1と比して同じ電源周波数で回転トルクが約半分に減少した。

【0019】<実施例5>図13に示すように、この例

では強磁性体46はストロンチウムフェライト( $\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}$ )からなり円板状をなす。強磁性体46は外径が0.05m~0.2m、外径:厚み=1:0.08~1:0.12の寸法を有する。この強磁性体46の中心には回転軸43が固着され、強磁性体46の外周部分には実施例1と同様にソレノイド45が強磁性体46と間隔をあけて設けられる。回転軸43の下端は円錐状に形成される。回転軸43及び強磁性体46によりロータ部41が構成される。ロータ部41の下方にはステータ部42が配置される。ステータ部42は磁心48の幅を磁心18の幅より広くした以外は実施例1と同様に構成される。この例では、ステータ部42の各符号は実施例1の各符号に30を加えて示す。磁心48に巻かれる励磁コイル49は、3相交流電流を流せるように実施例1と同様に3組のコイルにより構成される。

【0020】このような構成のモータ40では、強磁性体46を臨界温度以下に冷却することなく、先ず励磁コイル49に励磁コイル19と同様に電流を流して磁心48全てに同一方向の磁場を発生させると、この磁場により強磁性体46が磁石となって強磁性体46の下面の着磁部に図7(a)に示した磁束 $\Phi_1$ に相応する磁束を生じる。このとき強磁性体46の下面の着磁部間の非着磁部には着磁磁場と逆方向に図7(a)に示した磁束 $\Phi_2$ に相応する磁束を生じる。次いで励磁コイル49に流していた直流電流を切って、ソレノイド45によりこの磁束 $\Phi_2$ に相応する磁束を打ち消す磁場を一時的にかければ、強磁性体46の下面部分には磁束 $\Phi_1$ に相応する磁束のみが発生するようになる。以下、コイル49にコイル19と同様の電流を流せば、ロータ部41は約400rpmの回転数で回転する。

【0021】なお、上記例では超電導体として、 $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$ からなるY系の超電導体を挙げたが、磁束ピン止め可能な超電導体であれば、これに限らず、Bi系(例えば $\text{Bi-Sr-Ca-Cu-O}$ )又はTl系( $\text{Tl-Ba-Sr-Ca-Cu-O}$ )の超電導体でもよい。この超電導体はドーナツ状に限らず、図13に示すように円板状に形成してもよい。また、ロータ本体の材質としてアルミニウムを挙げたが、ロータ本体にはアルミニウム合金の他、マグネシウム、ベリリウム、チタンなどの非磁性体の低比重金属の単体又は合金を用いることもできる。また、超電導体の冷却について、上記例ではロータ部の上部に液体窒素を貯えたが、ロータ部の超電導体を液体窒素中に浸漬してその上方にステータ部を配置し、かつロータ部の回転軸をステータ部を貫通して設けるようにしてもよい。更に、上記例では強磁性体として、ストロンチウムフェライトを例示したが、アルニコ磁石、Sm-Co系磁石、Nd-Fe-B系磁石、バリウムフェライトやいわゆるフェライト( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ )材でもよい。この強磁性体を図4に示すようにドーナツ状に形成し、このドーナツ状の強磁性体に対向するよう

に磁心を配置してもよい。

#### 【0022】

【発明の効果】以上述べたように、本発明のモータは、図14に示した従来のものに比べて、磁束ピン止め効果を利用するためにロータ部に重い軟磁性体を使う必要がなく、また超電導体を環状に加工する必要もない。ロータ本体、環状フレーム及び回転軸に軽金属を用いれば、ロータ部の重量を従来のものより約5%軽減できる。これにより部品点数を僅かにしてロータ部の軽量化をはかることができ、同時にロータ部の回転力を増加させることができる。本発明のロータ部の超電導体又は強磁性体はステータ部の磁心に対して引力と斥力が働くため、ロータ部とステータ部の位置関係に制限のない優れたモータが得られる。特に、超電導体又は強磁性体をドーナツ状にすることにより、磁場の引力と斥力の働く有効な面積が広くなり、回転中の無駄なエネルギー消費をなくし、かつ磁束の広がりを抑えて大幅に回転力を向上することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のモータの中央縦断面図。

【図2】(a)その超電導体の初期状態の断面図。

(b)その超電導体の上面に磁石を配置して磁場をかけている状態を示す断面図。

(c)その着磁した超電導体の断面図。

(d)その超電導体の着磁上面の磁束を示す図。

【図3】(a)図2(c)の超電導体の着磁方向と逆向きに生じた磁束を打ち消すために磁石を配置して磁場をかけている状態を示す断面図。

(b)その磁束が打ち消された超電導体の断面図。

(c)その超電導体の着磁上面の磁束を示す図。

【図4】本発明実施例のモータのロータ部及びステータ部の分解斜視図。

【図5】そのロータ部及びステータ部を組合せた斜視

図。

【図6】そのロータ部の超電導体の初期着磁状態を示す斜視図。

【図7】(a)その超電導体下面に最初に磁場をかけたときの着磁下面の磁束を示す図。

(b)その超電導体下面に最初に磁場をかけたときの磁心とコイルと超電導体の展開断面図。

【図8】(a)図7の超電導体の着磁方向と逆向きに生じた磁束が打ち消された着磁下面の磁束を示す図。

(b)その逆方向に生じた磁束を打ち消すときの磁心とコイルと超電導体の展開断面図。

【図9】その超電導体の周縁に生じた磁束を示す図。

【図10】その励磁コイルを巻いた磁心に生じる磁場を展開して示すタイムチャート。

【図11】そのステータ部に回転磁場が生じる状況を示すロータ部及びステータ部の斜視図。

【図12】別の実施例のモータのロータ部の斜視図。

【図13】更に別の実施例のモータの中央縦断面図。

【図14】従来例のモータのロータ部及びステータ部の斜視図。

【図15】その超電導体に生じた磁束を示す図。

#### 【符号の説明】

10, 40 モータ

11, 31, 41 ロータ部

12, 42 ステータ部

13, 33, 43 回転軸

14, 34 ロータ本体

15, 45 ソレノイド

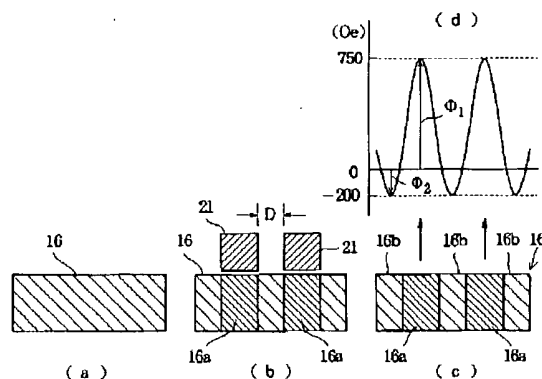
16, 36 超電導体

18, 48 磁心

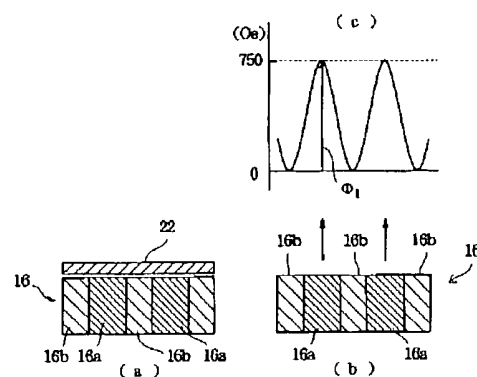
19, 49 励磁コイル

46 強磁性体

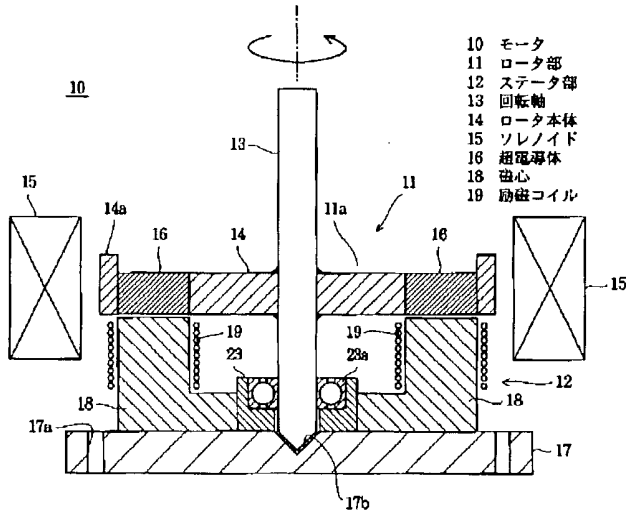
【図2】



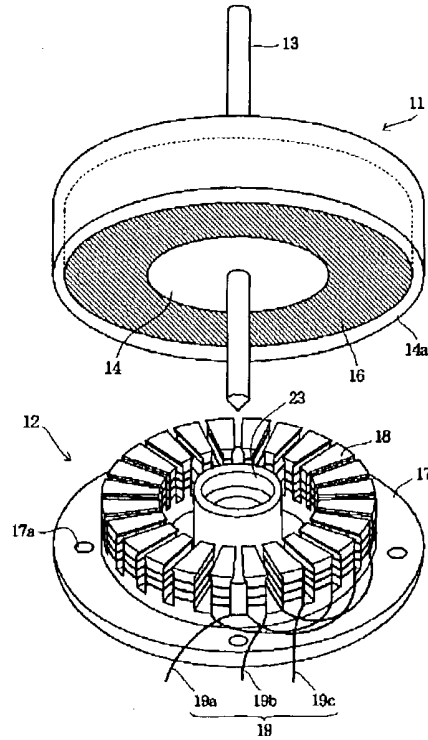
【図3】



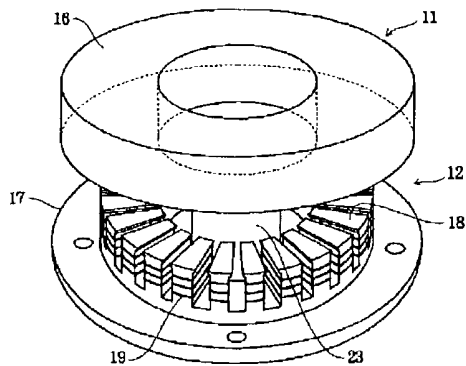
【図1】



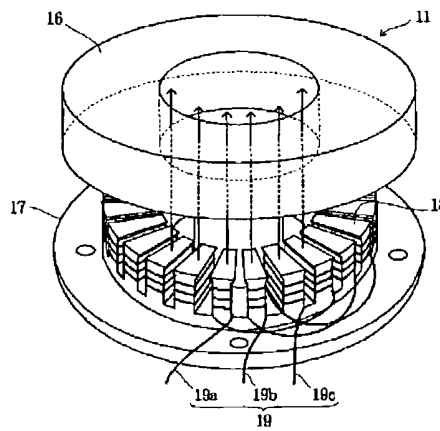
【図4】



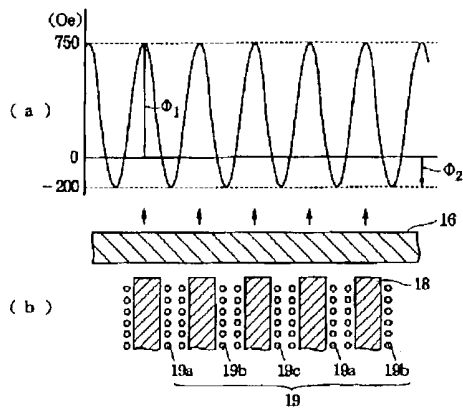
【図5】



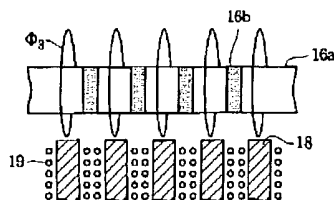
【図6】



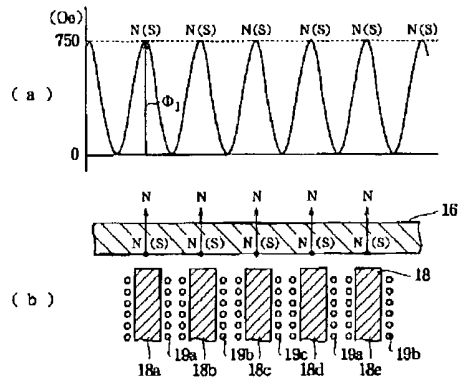
【図7】



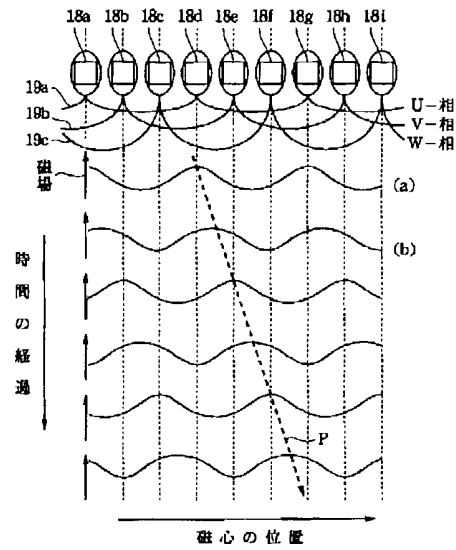
【図9】



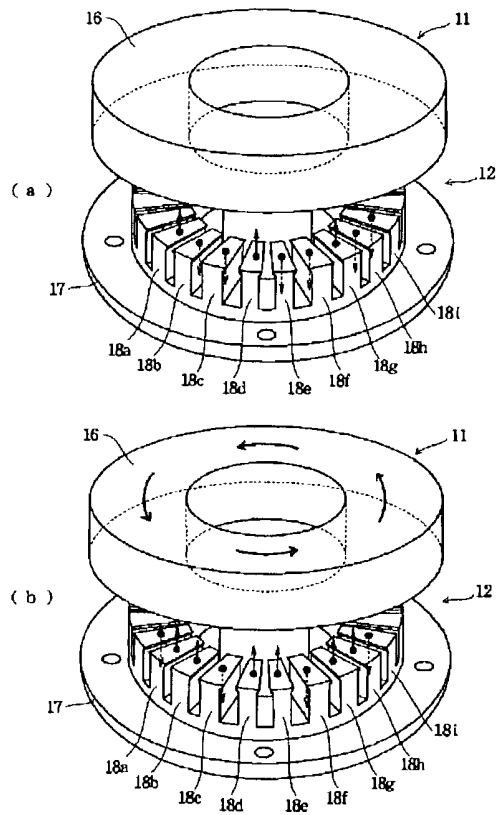
【図8】



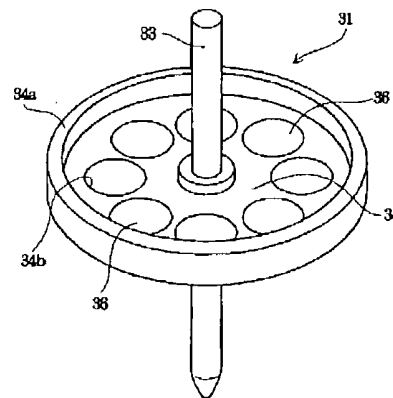
【図10】



【図11】



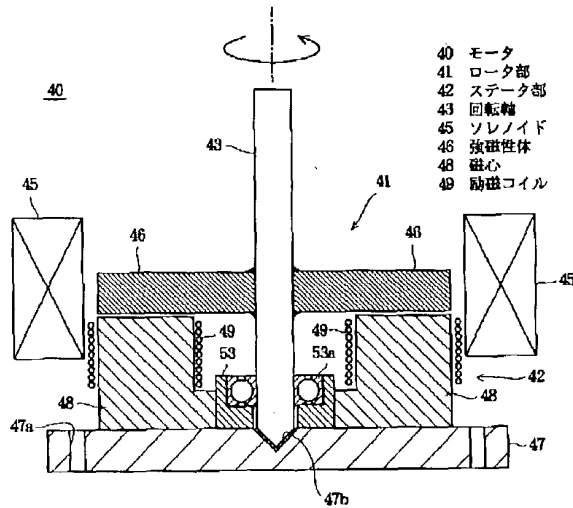
【図12】



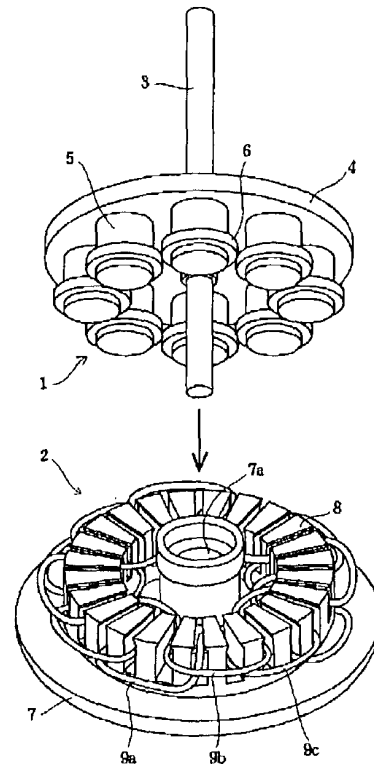
- 31 ロータ部
- 33 回転軸
- 34 ロータ本体
- 36 超電導体



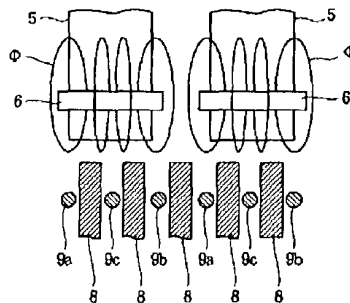
【図13】



【図14】



【図15】



フロントページの続き

(72)発明者 駒田 紀一

埼玉県大宮市北袋町1丁目297番地 三菱

マテリアル株式会社中央研究所内